電力線通信(PLC)を用いた分散情報利用システムの開発研究

愛媛大学工学部電気電子工学科　助教授　　都築 伸二
財団法人えひめ産業振興財団　　研究員　　秋元 英二
(愛媛県工業技術センター　主任研究員)
パーカル株式会社　　代表取締役社長　　大野 信一

１．はじめに

電力線通信(Power Line Communication：以下 PLC)は、商用電源（50/60Hz, 100/200V）に、高周波信号を重畳し通信を行う方式である。一般家庭やビルの低圧配電線を通信線として流用できるため、LAN 配線や電話回線などのような専用線の敷設が不要であり、同じく新規配線が不要な無線通信の代替手段として最近脚光を浴びている。例えば、政府が主導する「e-Japan 重点計画-2004(2004 年 6 月 15 日 IT 戦略本部策定)」の重点政策５分野の１つとして、「家庭内の電力線の高速通信への活用」が挙げられており、総務省では必要な規制緩和の準備を行っている。ただし、まだ当該緩和は実現されていないため、本研究では、現行の規制下で実施できる範囲内で PLC の運用実験を行い、その有効性を検証した。具体的には、10kHz～450kHz の周波数帯を使用する PLC（低速 PLC と呼ぶ）モデムを用いて、各種センサ情報を収集するシステムを構築した。以下にその概要を報告する。

２．実験フィールドと解決すべき課題

ビニールハウス内の温度と湿度情報を PLC にて収集するシステムを構築した。実験フィールドとして選んだ伊予郡松前町にあるビニールハウス(図１、図２)では、高級花卉の胡蝶蘭を大規模に栽培育成している。胡蝶蘭は熱帯性植物のため、温度 25℃～30℃、湿度 60%～80%の範囲内で管理しなければならない。そのため、作業者はハウス内に設置している複数の温度・湿度計を一日に何回も巡視してハウス内の環境を調整する必要があった。

図１　大規模ビニールハウス

図２　ハウス内

３．構築システム

構築した PLC システムの基本構成を図３に示す。電力線を介して操作側(パソコンと親機モデム)と端末側(センサと子機モデム)との間で信号がやりとりされる。

今回の実験では、図４のように各装置を配置し、隣の作業場にあるパソコンからハウス内の様子をモニタできるようにした。温度および湿度センサをハウス内 6 ケ所に置き、それらのデータをデータロギング装置である TIMS(Thermal Information Management System, パーカル(株))にて収集した。TIMS は、PLC モデムの子機と接続している。今回使用したデータロギング装置 TIMS と PLC モデムの仕様を表１と表２に示す。

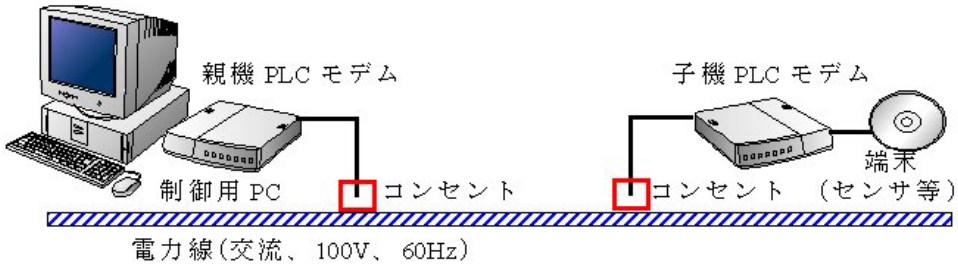


図３　PLC によるセンサ情報収集システムモデル

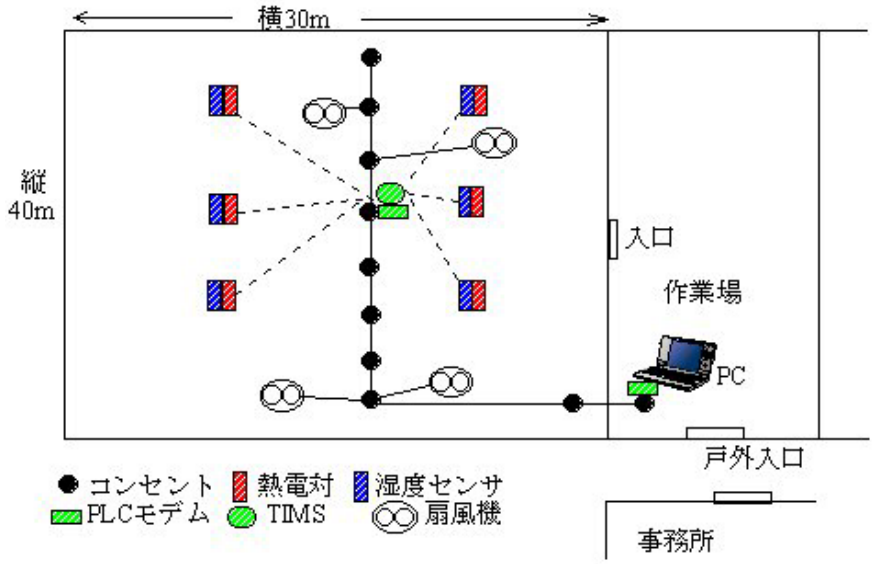


図４　ハウス内の機器設置状況

表１　TIMS の諸元

インターフェース	RS232C、調歩同期式
伝送速度	2,400bps～115,200bps
温度計測　熱電対	10ch
アナログ入力	8ch
デジタル入出力	4ch+4ch

[パーカル（株）製]

表２　PLC モデムの諸元

周波数帯	140kHz～450kHz
プロトコル	トークンパッシング
変調方式	スプレッドスペクトラム方式
同期方式	全２重、調歩同期
伝送速度	9,600bps 他

[ビジコン（株）製、BPLM-100B]

４．通信実験の結果

(１)表１と表２の機器を用いて送受信テストを行なった結果、６ケ所の温度データと湿度データとも良好に収集できた。

今回の実験のために新たに専用ソフトを作成した。図５にそのソフトの GUI 例を示す。このソフ

トの特徴は、次のとおりである。

①通信に用いるパソコンの RS232C ポートを任意に選定することができる。

②通信状況がリアルタイムでモニタリングできる。

③胡蝶蘭の生育に適さない温度(23℃以下、32℃以上)では、アイコンの色が変化して管理者に注意を促すことができる。

④湿度データのパラメーター補正が随時できる。

なお今回の実験では、使用した TIMS や PLC モデムとの相性により通信速度を 9600bps に固定し、安定したデータ通信ができるようにした。

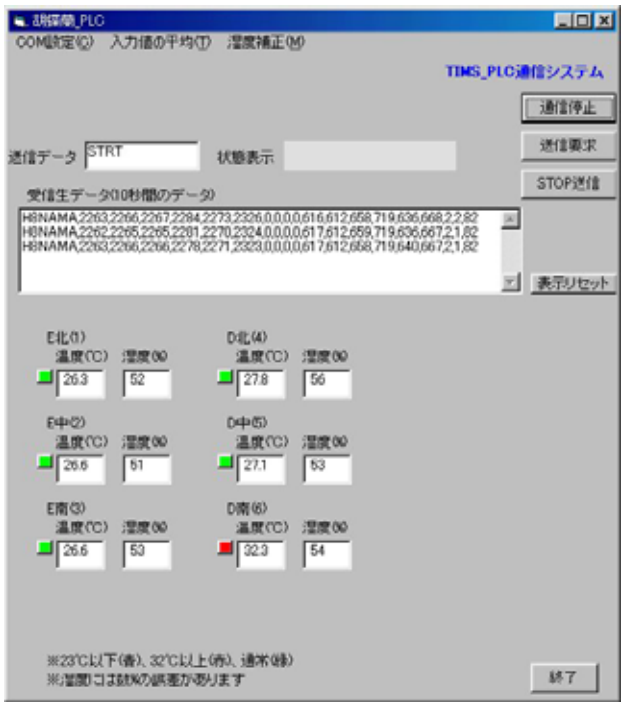
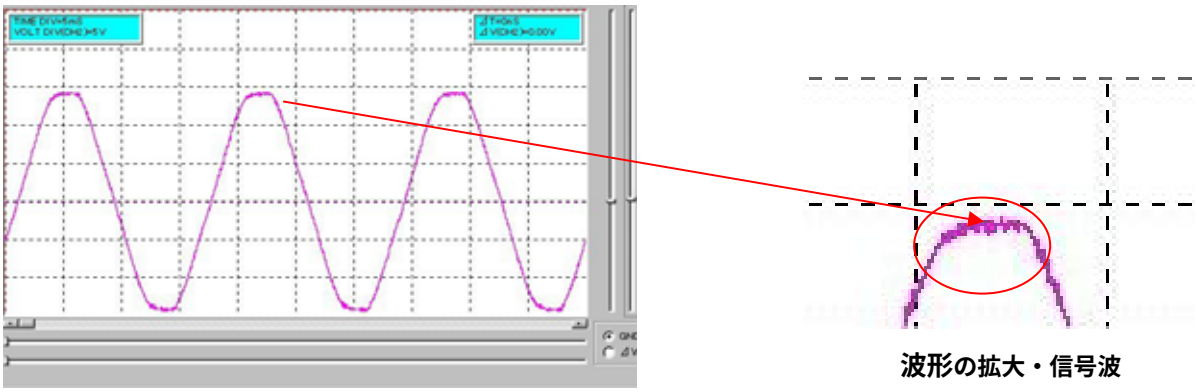


図５　開発した専用ソフトウェア

(２)次に、通信中の電力線に流れている電圧波形を観測した。 図６がその波形である。



波形の拡大・信号波

図６　送受信中の交流波形

高周波信号（電圧 2Vp-p）が、0.5 ミリ秒間 商用電源である 100V の交流波形に重畳している様子が確認できる。なお、PLC による通信中に 電力線からの不要輻射による周囲への影響は特段認められなかった。

(３)湿度センサは、湿度に比例した電圧が出力されるＴＤＫ製の CHS-GSS を使用し、その周辺回路を製作した。このセンサ出力と、長年ハウスで利用していたアナログの湿度計とでは差違があり、補正する必要があった。湿度と出力電圧とは線形性があること、及び今回の実験フィールドにおいては厳密な絶対湿度値は必要ないことから、直線近似の最小二乗法を用いた補正をプログラムにて実施した。この結果、ほぼハウス内のアナログの湿度計と同じ値を表示することができるようになった。

(４)PLC と無線通信を複合した通信実験を追加として行った。無線通信では、IODATA 製の(WNA-RSX2)微弱通信機器(到達距離約 20m)を利用した。その結果、混在した通信環境においても PLC 端末からのセンサ情報が、正確に届くことを確認できた。これにより、隣接する事務所からも常時ハウス内の温度と湿度の状態がモニタリングすることができ、作業の効率を上げることが可能になった。

５．考察とまとめ

今回の低速 PLC を使ったビニールハウスでの実験を通じて以下の成果を得た。

(1)フィールド実験

①従来、温度・湿度を計測するには１回の巡回あたり約 10 分程度かかっていたが、このシステムにより事務所内で確認作業ができるようになった。

②温度・湿度の変化が１秒毎に捕らえられるようになった。これにより、太陽光による熱の変動やボイラーで暖められた空気の塊が送風機により移動・拡散していく様子がわかるようになった。

③パソコンに集められたデータを解析することで、栽培管理に役立てることができるようになった。

(2)PLC について

①フィールド実験の環境において、PLC モデムは通信手段の１つとして十分実用化に耐えうるものであることがわかった。

②通信中に電力線にスパイクノイズが到来した場合、この時点の送信データはダメージを受けてしまう。したがって、リアルタイムに近い連続性を必要とする情報収集には不向きであるが、データ伝送誤りの有無をチェックする機能をプログラムに付加することで対応可能であると思われる。

③今後、高速 PLC(1.7MHz～30MHz)についても通信実験を行い、有用性を検証していく必要がある。

④低速 PLC の利用分野としては、今回の温度や湿度などの計測システムのほかに、ｐＨ測定や屋内での空気汚れ、あるいは防犯センサなどと組み合わせることで、幅広い用途への適用が可能と見込まれる。

今回の実験結果から、PLC の有効性が確認され実用的な情報収集システムが構築できた。今後、さらに専用ソフトの GUI に改良を加えることで、より利用しやすい PLC システムにすることが今後の課題である。

謝辞

今回の実験にご協力いただいた、内海園芸株式会社・竹内正仁氏に感謝致します。

参考文献

・TIMS 取扱説明書、大野信一、パーカル株式会社、ver2.00
・電力線通信モデム BPLM-100B 取扱説明書、パワーネットコム株式会社
・C による理工学問題の解法、佐藤次男他、日刊工業新聞社、1994

本報告は、平成 15 年度に愛媛大学工学部と財団法人えひめ産業振興財団、パーカル株式会社の３者で実施した共同研究の成果である。